

---

## Inhalt

---

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>XI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>XIV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XVII</b>
<b>1 Hintergrund und Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand von Wissenschaft und Technik</b>	<b>5</b>
2.1 Grundlagen der Verbrennung .....	5
2.1.1 Begriffsdefinition .....	5
2.1.2 Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen.....	7
2.1.3 Die Verbrennung von Festbrennstoffen .....	12
2.2 Verbrennung von Biomasse in technischen Anlagen .....	18
2.2.1 Biomasseentstehung, -anbau und -bereitstellung.....	19
2.2.2 Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromerzeugung .....	22
2.2.3 Mitverbrennung von Biomasse in Kohlekraftwerken .....	26
2.3 Torrefizierte Biomasse als Brennstoff.....	29
2.3.1 Grundlagen der Torrefizierung .....	29
2.3.2 Reaktorkonzepte.....	34
2.3.3 Weitere Verfahren zur Vorbehandlung .....	38
2.3.4 Mitverbrennung torrefizierter Biomasse .....	40
<b>3 Herstellung und Analyse torrefizierter biogener Reststoffe</b>	<b>43</b>
3.1 Torrefizierung im Batchreaktor.....	43
3.1.1 Aufbau des Batchreaktors .....	43
3.1.2 Betrieb des Batchreaktors .....	45
3.1.3 Inbetriebnahme, Vorversuche und Gasmessung .....	46
3.1.4 Torrefizierung der Laborproben für Kinetikversuche .....	51
3.2 Torrefizierung im Pilotmaßstab .....	52
3.3 Eigenschaften der torrefizierten Proben.....	53
3.3.1 Kurzanalyse .....	53
3.3.2 Elementaranalyse .....	54
3.3.3 Brenn- und Heizwert .....	57
<b>4 Reaktionskinetik torrefizierter Biomasse</b>	<b>61</b>
4.1 Methodik und Versuchsaufbau.....	61
4.2 Reaktionskinetik der Pyrolyse .....	64

---

4.2.1	Modellbildung .....	64
4.2.2	Versuchsdurchführung.....	66
4.2.3	Versuchsauswertung.....	71
4.3	Reaktionskinetik der Koksoxidation.....	77
4.3.1	Modellbildung .....	77
4.3.2	Versuchsdurchführung.....	80
4.3.3	Versuchsauswertung.....	84
<b>5</b>	<b>Versuche im Flugstromreaktor</b>	<b>91</b>
5.1	Versuchsaufbau.....	91
5.2	Versuchsdurchführung.....	93
5.2.1	Versuche mit torrefizierten Buchenchips .....	95
5.2.2	Versuche mit torrefizierten Sägespänenpellets .....	96
5.2.3	Herausforderungen bei den Messungen im Flugstromreaktor .....	98
5.3	Versuchsauswertung .....	99
<b>6</b>	<b>Versuche in einer 1 MW<sub>th</sub>-Staubfeuerung</b>	<b>103</b>
6.1	Versuchsaufbau.....	103
6.1.1	Brennkammer, Rauchgasweg und Kühlsystem .....	103
6.1.2	Brennstoffaufbereitung und Feststoffbrenner .....	105
6.1.3	Heißgasentnahmesonde .....	106
6.2	Versuchsdurchführung.....	107
6.2.1	Anfahrvorgang und Brennkammerbetrieb .....	107
6.2.2	Vorbereiten der Brennstoffe .....	108
6.2.3	Messungen im Flammenprofil und Probenahme der Asche .....	111
6.2.4	Untersuchte Fälle.....	113
6.3	Ergebnisse.....	114
6.3.1	Rauchgasemissionen.....	114
6.3.2	Flammenprofil .....	119
6.3.3	Koksausbrand .....	123
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>125</b>
7.1	Zusammenfassung .....	125
7.2	Ausblick .....	126
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b>		<b>XIX</b>
<b>Anhang</b>		<b>XXVIII</b>